

B-doped a-Si を用いた B-doped BaSi₂ 膜の熱反応堆積成長と評価

Formation and characterization of B-doped BaSi₂ films by reactive deposition epitaxy

筑波大¹, ○中村 新¹, 青貫 翔¹, 成田 隼翼¹, 岩井 藍¹, 高柳 香織¹, 都甲 薫¹, 末益 崇¹

Univ. Tsukuba¹, ○Arata Nakamura¹, Sho Aonuki¹, Shunsuke Narita¹, Ai Iwai¹, Kaori Takayanagi¹,

Kaoru Toko¹, Takashi Suemasu¹

E-mail: s1911008@s.tsukuba.ac.jp

【背景・目的】 本研究室では薄膜太陽電池の新材料として BaSi₂ に注目している。BaSi₂ は地殻中に豊富に存在する Ba および Si から構成され、太陽電池に理想的なバンドギャップ (1.3 eV) を有する。また、間接遷移端の 0.1 eV 直上に直接遷移端が存在するため、大きな光吸収係数 ($3 \times 10^4 \text{ cm}^{-1}$ @ 1.5 eV) と優れた少数キャリア拡散長 (10 μm) を両立する¹⁾。太陽電池特性の向上において、多数の欠陥を含む高キャリア密度層の高品質化は必要不可欠である。近年、蒸着法を用いて B-doped a-Si に Ba を蒸着する手法で B-doped p⁺-BaSi₂/n-Si 太陽電池を作製し、変換効率が 10.62% に到達した²⁾。本研究では、加熱した B-doped a-Si 膜に Ba を供給する熱反応堆積法を用いて、B-doped p⁺-BaSi₂ 膜の高品質化および変換効率の向上を目指した。

【実験】 本研究では、FZ-n-Si (111) 基板上に 200 nm の B-doped BaSi₂ 膜を作製した。まず、基板温度を T_s を 180, 230, 280 °C に設定して B-doped a-Si 膜を 100 nm 堆積した。次に、基板温度を 600 °C に上昇して Ba を蒸着し、B-doped BaSi₂ 膜を形成した。Ba と Si の原子数比が 1:2 になるように、Ba の供給レートは 1.15 nm/min、供給時間は 120 min に設定した。表面パッシベーションとして a-Si のキャッピング層を 3 nm 堆積した。これらの試料に対してラマン測定およびホール測定を行った。

【結果・考察】 Fig. 1 にラマンスペクトルを示す。全ての試料において BaSi₂ 中の Si 四面体由来のピークを検出し、BaSi₂ 膜の形成を確認した。Fig. 2 にホール測定の結果を示す。全ての試料が n 型を示した。原因として Ba は Si と比較して蒸気圧が高いため、成膜中に Ba が試料から蒸発して組成比が Si-rich になり³⁾、B の活性化を阻害したと考えられる。

【参考文献】

- 1) T. Suemasu and N. Usami, J. Phys. D: Appl. Phys. **50**, 023001 (2017).
- 2) M. Fujiwara *et al.*, AIP Advances **12**, 045115 (2022).
- 3) S. Sugiyama *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **59**, SFFA04 (2020).

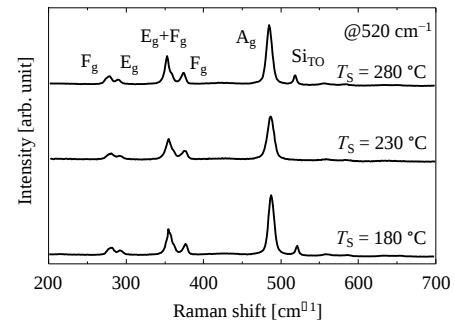


Fig. 1 Raman spectra of B-doped BaSi₂ films grown by Ba supply onto B-doped a-Si layers. The B-doped a-Si layers were formed at different substrate temperature.

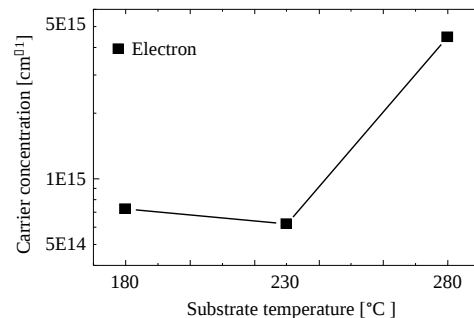


Fig. 2 Carrier concentration of B-doped BaSi₂ films grown by Ba supply onto B-doped a-Si layers. The B-doped a-Si layers were formed at different substrate temperature.